

ÜBER DIE STRUKTUR DER GANGLIEN DES SÄUGETIERHERZENS

Von

A. ÁBRAHÁM

Institut für allgemeine Zoologie und Biologie der Universität Szeged, Ungarn

(Dir.: Prof. Dr. A. Ábrahám).

In der Wand des Säugetierherzens, namentlich im Gebiet der Vorhöfe, werden verhältnismässig reichlich kleinere und grössere Ganglien sichtbar. Dies sind die vegetativen Zentren der Herzwand, die möglicherweise auch eine selbständige Funktion innehaben können, deren Hauptaufgabe aber die Weiterleitung der aus den präganglionären Fasern erhaltenen Impulse über die postganglionären Fasern zum Erfolgsorgan ist.

Die Anordnung der Ganglien ist bei den Säugern keine so regelmässige wie bei den niederen Wirbeltieren, aber auch hier ist festzustellen, dass die grösseren Gangliengruppen beinahe an den gleichen Stellen liegen, wie im Froschherzen. Besonders zahlreich finden sich Ganglien an der Basis der *Vena cava inferior*, im *Epikardium*. Ganglien liegen ferner im linken Vorhofepicardium entlang der *Arteria coronaria cordis dextra et sinistra*, sowie in der Wand des *Sulcus coronarius cordis*, des *Sinus coronarius cordis* und der *Vena cordis magna*. Wir finden sie ausserdem im Gebiete des Sinusknotens, im Bindegewebe um den ASCHOFF-TAWARA-Knoten und in der Scheidewand zwischen den Vorhöfen. Im Bereich der Kammern sind nach den Untersuchungen von DAVIES und Mitarbeitern (1952) Ganglien nur bei den Paarzehlern (*Artiodactyla*) und Walen (*Cetacea*) nachweisbar. Nach FRANCILLON lassen sich die Ganglien des menschlichen Herzens mit den im Froschherzen gefundenen folgendermassen homologisieren: Mit dem BIDDER'schen Ganglion stimmen — was die Lokalisation anbelangt — jene Ganglien überein, die am Ursprung der *Aorta* und der *Arteria pulmonalis* liegen, sowie jene im Gebiet des *Sulcus coronarius cordis*. Mit dem REMAK'schen Ganglion stimmen jene Ganglien überein, die entlang des *Sulcus terminalis* und in der Wand des linken Vorhofes Platz nehmen. Mit dem LUDWIG'schen Ganglion schliesslich lassen sich die Ganglien in der Vorhofscheidewand homologisieren. Nach den Untersuchungen von HERMANN weisen die Ganglien des menschlichen Herzens auch individuell auffallende Unterschiede hinsichtlich ihrer Zahl, Gestalt und Lokalisation auf.

Im Sinne unserer mit den Modifikationen des BIELSCHOWSKY'schen Verfahrens durchgeführten Untersuchungen am Herzen verschiedener Säuger (Bismarratte, Ratte, Maulwurf, Kaninchen, Hund, Fuchs, Schwein, Rind, Pferd, Mensch) ist die Grösse der Herzganglien eine weitaus verschiedene. An der Einmündungsstelle der grossen Venen, im *Septum atriorum* und in der Wand des *Sinus coronarius cordis* sind sie gewöhnlich gross, ebenso auch entlang der Coronarien und noch mehr in der Umgebung der initialen Strecke des His'schen Bündels. Die Nervenzellen sind grossenteils multipolär und gehören vorwiegend dem Typ DOGIEL I. an. Das bedeutet, dass sie nur einen langen Fortsatz haben, der sich weit von der Zelle entfernt, während die übrigen kurz sind und in unmittelbarer Nähe der Zelle — gewöhnlich in irgendeinem Endknoten oder in

einer neurofibrillären Lamelle — endigen. Daneben können — hauptsächlich beim Menschen — in manchen Ganglien massenhaft Zellen vom Typ DOGIEL II. gesichtet werden, deren lange Dendriten sich weit vom Zellkörper entfernen. In manchen Ganglien finden sich relativ zahlreiche unipolare und bipolare Zellformen (Abb. 1.)

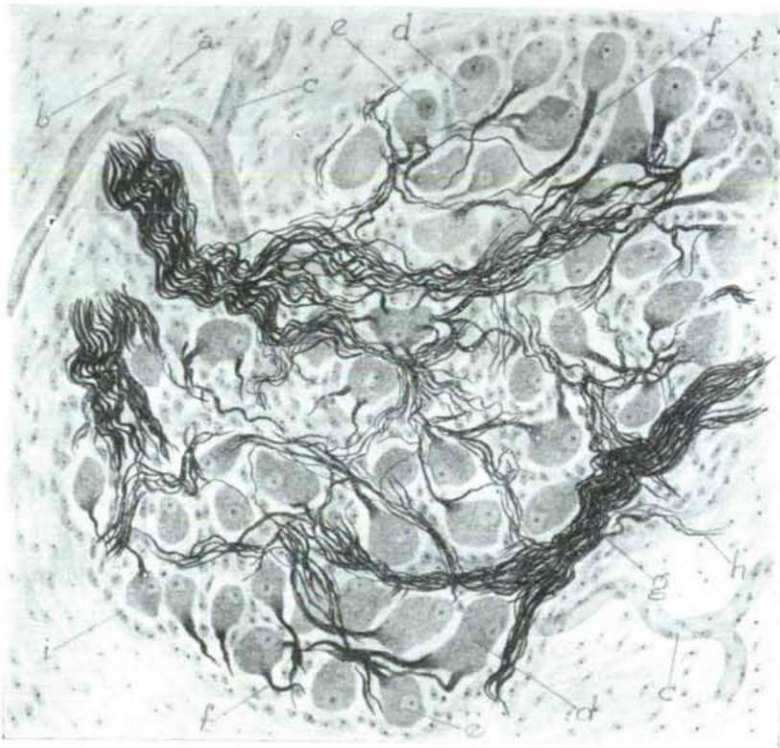


Abb. 1.: *Bos taurus*, Herz: Nervenganglion aus dem Epikardium des rechten Vorhofes. a) Bindegewebszellkern, b) Bindegewebsfaser, c) Kapillare, d) Nervenzelle, e) Kern der Nervenzelle, f) Nervenzellfortsatz, g) Nervenfaserbündel, h) Nervenfaser, i) Satellitenzellkern. — BIELSCHOWSKY—GROS—CAUNA'sches Verfahren, 640 \times , photographisch auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

Die Ganglien sind in der Regel locker gebaut. Bei den Fasern handelt es sich grösstenteils um eintretende Fasern mit welligem Verlauf. Die austretenden Fasern sind im allgemeinen dünn, glattrandig und bilden Bündel. Die die interzellulären Räume ausfüllenden Nervenfasern bilden mikroskopisch sich deutlich auflösende Geflechte, in denen die einzelnen Fasern ihre Selbständigkeit in jedem Falle beibehalten. Anastomosen und ein *Terminalretikulum* gibt es nicht. Sowohl in den eintretenden, als auch in den austretenden Nervenfaserbündeln werden neben den dünnen, haarlockenförmig angeordneten Fasern auch wellige, stellenweise auffallend dicke Fasern sichtbar. Zuweilen ist auch deutlich zu erkennen, dass die präganglionären Fasern an die Zellen herantreten und in deren Umgebung allerlei Endformationen, kleinere und grössere Kolben, peri-

zelluläre Körbchen und Geflechte bilden. Besonders an Tangentialschnitten aus dem rechten Vorhof des Maulwurfherzens war festzustellen, in wie innige Verbindung die präganglionären Fasern sozusagen mit jeder einzelnen Zelle der Ganglien treten (Abb. 2).

In den Zellen werden bisweilen die Neurofibrillen deutlich sichtbar, die stellenweise wahre Gitter formen, anderweitig aber longitudinal angeordnet liegen. Besonders gut sichtbar werden die Neurofibrillen im Herzen des Schweines, wo sie auffallend dick sind und fallweise den Kern umlagern. In den Zellen werden manchmal auch argentophile *Granula* massenhaft sichtbar (Abb. 3).

Unter den Zellen finden sich — hauptsächlich bei Tieren — ganz eigenartige Formen, die entweder in der Entwicklung zurückgebliebene, veraltete oder infolge irgendeiner Krankheit degenerierte Formen darstellen, eventuell aber auch als Folgeerscheinung der Lebensweise deformiert wurden. Eigentümliche Zellformen fanden wir im Herzen des Schweines im Bereich des TAWARA-Knotens. Einige von ihnen enthalten anstatt der Dendriten kleinere oder größere abgerundete Platten, die stellenweise vermittelt ganz feiner protoplasmatischer Ästchen mit dem Zellkörper verbunden sind. Im wesentlichen handelt

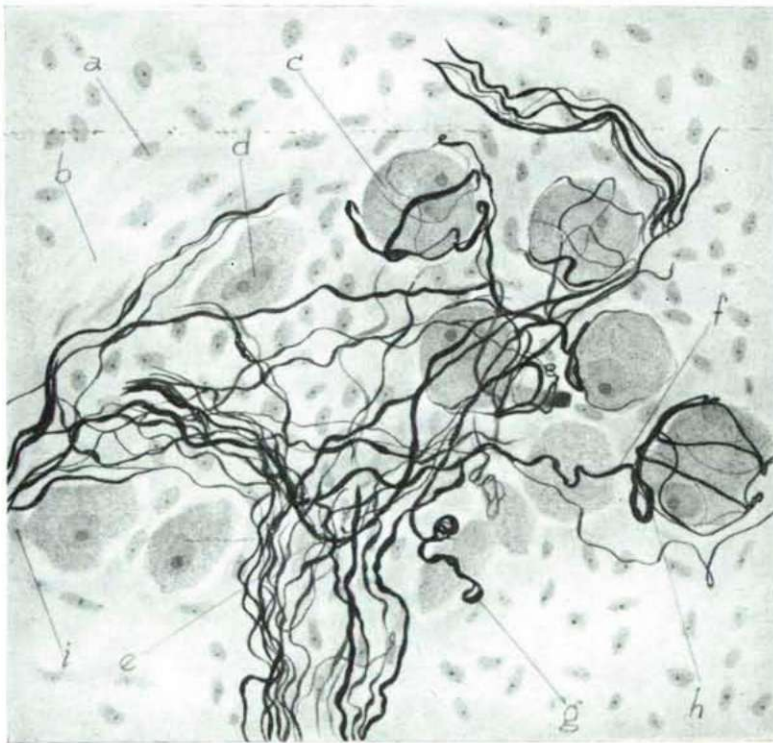


Abb. 2.: *Talpa europaea*, Herz: Nervenplexus aus dem Epikardium des rechten Vorhofes. a) Bindegewebszellkern, b) Bindegewebsbündel, c) Nervenzelle, d) Nervenzellkern, e) Nervenfasergeflecht, f) präganglionäre Faser, g) Synapse mit kleinem Transmissionsfeld, h) Synapse mit grossem Transmissionsfeld, i) Satellitenzellkern. — BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁM'sches Verfahren, 1600 \times , photographisch auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

es sich um DOGIEL I.-Zellen, die trotz ihrer besonderen Erscheinungsformen alle wesentlichen Charakteristika des Neurons besitzen. Natürlich gibt es auch besondere Formen, an denen der Neuroncharakter schwer oder nicht erkennbar

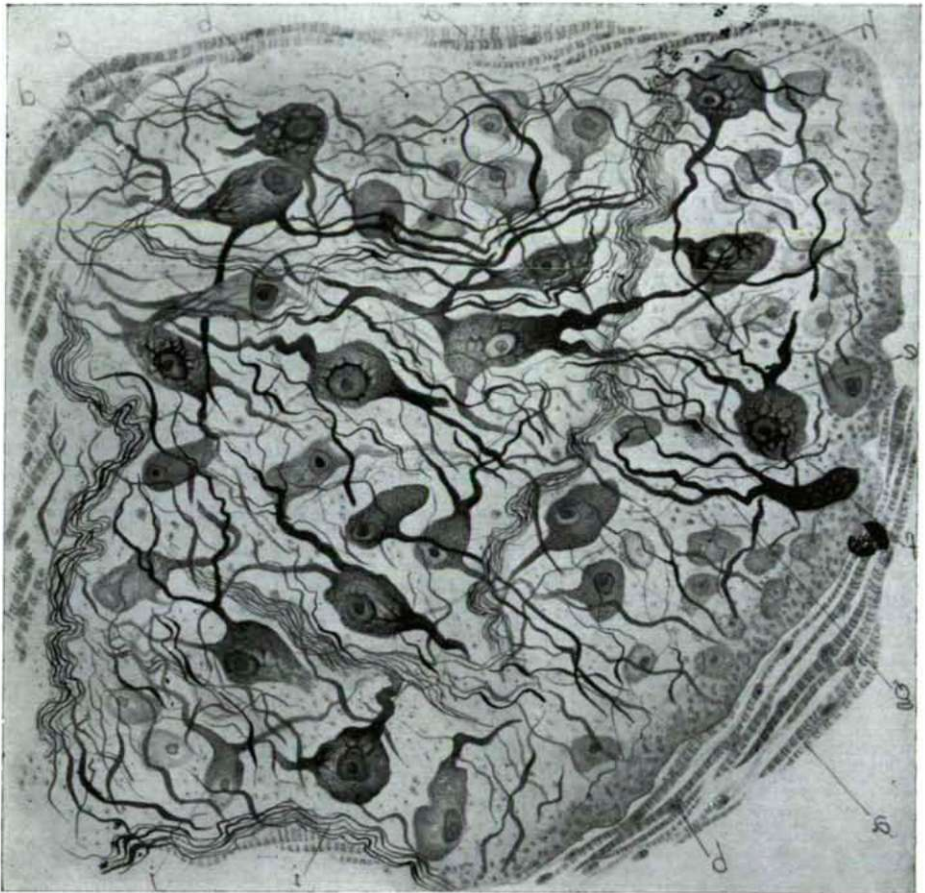


Abb. 3.: *Sus scrofa domestica*, Herz: Nervenganglion aus dem Epikardium des rechten Vorhofes. a) Quergestreifte Muskelfaser, b) Kern der quergestreiften Muskelfaser, c) Bindegewebskern, d) Bindegewebe, e) Nervenzelle, f) Nervenzellkern, g) Nervenzellfortsatz, h) Neurofibrille, l) Nervenbündel, j) argentophile Granula. BIELSCHOWSKY-ÁBRAHÁM'sches Verfahren, 200 \times , photographisch auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

wird, doch ist in den meisten Fällen festzustellen, dass — und dies gilt für fast alle derartige Zellen — der Zellkern stark exzentrisch liegt. Auch solche Zellen sind keine Seltenheit, in denen Zytoplasma und Zellkern in der gleichen Richtung stark verlängert sind und an der verlängerten Seite des Zellkernes die Zellmembrane auffallend verdünnt ist oder gar fehlt. Es gibt Zellen, wo die aus den Zellen heraustretenden Dendriten ein Ausmass erreichen, auf Grund dessen sie gleichermaßen als besondere Zellen angesprochen werden könnten. In anderen Fällen ziehen sie weit hin, in ihrem Verlauf kleinere oder grössere

Knoten und zellartige Formationen bildend, um dann in eigenartige Endformationen überzugehen, in denen die dendritischen Elemente schon nicht mehr zu erkennen sind.

Spezielle Zellformen fanden wir — und zwar massenhaft — im rechten Vorhofepikardium der Bisamratte, nahe der Einmündungsstelle der grossen Hohlvenen, allerdings nicht zu Ganglien geordnet, sondern einzelstehend in den grossen epikardialen Geflechten. Interessant ist, dass keine einzige der im Präparat wahrnehmbaren Zellen die normale *Sympathicus*-Zellform zeigte. Gewöhnlich verhielt es sich so, dass — im Gegensatz zu den Befunden beim Schwein — hier die Dendriten unverhältnismässig dünn waren, während jener Fortsatz der Zelle, der nach seinem Ursprungsort und seiner Erscheinungsform als Neurit bezeichnet werden kann, in der Regel dick, unförmig, und zwischen den Fasern des Nervenfasergeflechtes auf weiter Strecke zu verfolgen war.

Besondere Zellformen kommen auch beim Menschen massenhaft zur Beobachtung, namentlich im höheren Alter, und zwar auch dann entlang des *Sinus*

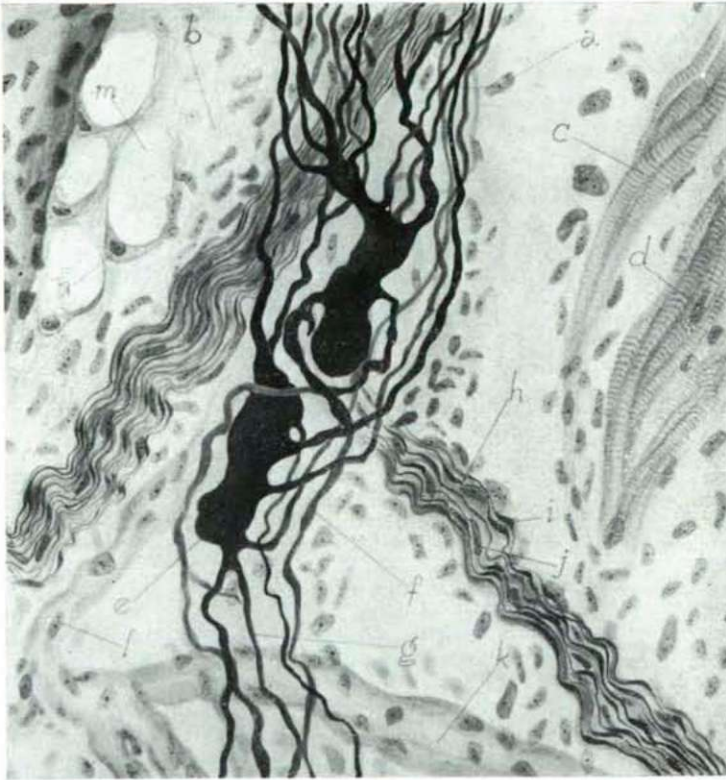


Abb. 4.: *Homo*, Herz: Nervenzellen aus dem Epikardium des rechten Vorhofs. a) Bindegewebszellkern, b) Bindegewebsbündel, c) quergestreifte Muskelfaser, d) Kern der quergestreiften Muskelfaser, e) Nervenzelle, f) Neurit, g) Dendrit, h) Nervenstamm, i) Varix, j) Neurilemmkern, k) Kapillare, l) Endothelkern, m) Fettzelle, n) Kern der Fettzelle. — BIELSCHOWSKY—GROS—CAUNA'sches Verfahren, 400 \times , photographisch auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

coronarius. Bei den meisten von ihnen handelt es sich um ganglienformende Elemente, für die vor allem die Dicke der Fortsätze, ihre ungewöhnliche Lokalisation und Verbindungsformen charakteristisch sind (Abb. 4). Ungewöhnlich

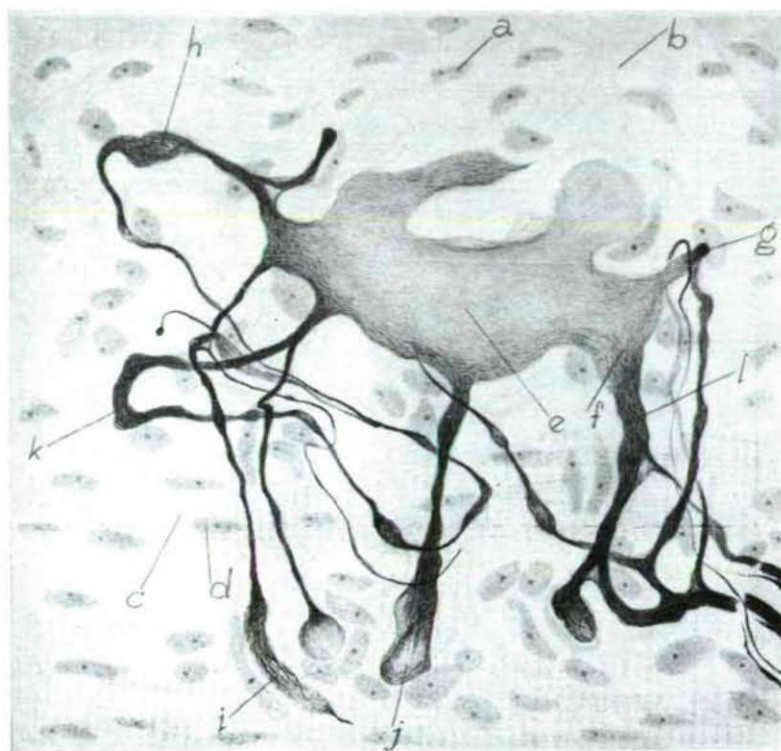


Abb. 5.: *Homo*, Herz: Nervenzelle aus dem Epikardium des rechten Vorhofes. a) Bindegewebskern, b) Bindegewebsbündel, c) quergestreifte Muskelfaser, d) Kern der quergestreiften Muskelfaser, e) Nervenzelle, f) Neurofibrille, g) Neurit, h) Dendrit, i) Dendritlamelle, j, k, l) spezielle Dendriten. — BIELSCHOWSKY—GROS—CAUNA'sches Verfahren, 1600 \times , photographisch auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

darán sind die überaus reichen Dendritwurzeln, die keinem Typ einreihbaren Zellformen, die im Verlauf der Fortsätze zu beobachtenden kleineren und grösseren Knoten, Verdickungen und Abzweigungen. Häufig sind an den eigentümlichen Zellformen — bei Menschen und Tieren gleichermaßen — die Verschmelzungen, die sowohl an der Basis der Fortsätze, als auch in ihrer Endstrecke zu beobachten sind. Namentlich bei älteren Individuen sind — hauptsächlich in der Umgebung des *Sinus coronarius* — im *Myokardium* ganz eigentümliche Zellen zu sehen (Abb. 5).

Der Körper solcher Zellen ist stark gestreckt und weicht von der normalen Zellform vollkommen ab. Von den Fortsätzen haben die Dendriten eigentümliches Gepräge. Ihre Zahl ist relativ gross, in ihrer Erscheinungsform sind sie aber sozusagen alle voneinander verschieden. Es gibt unter ihnen längere und

kürzere. Einer der kürzeren (j) ist unweit der Zelle etwas verbreitert, um dann schaufelförmig zu endigen. Der andere (k) zerfällt in zwei Äste, deren einer in einen anderen dicken Dendriten übergeht und zusammen mit diesem ein grosses Fenster um die Zelle formt. Der andere, wesentlich dünnere Ast endet nahe der Zelle kugelförmig. Am kompliziertesten gebaut ist der dickste Dendritast (l), der mehrmals nacheinander verzweigt und mit seinen Astsystemen grössere Fenster hervorbringt. Ähnlich gebaute, aber infolge des regelmässigen Zusammentreffens der Dendriten typische Fensterzellen finden sich besonders beim Rinde, und zwar in grösseren Mengen im Gebiet des *Sinus coronarius*.

Die ganglienbildenden Zellen, und auch jene, die im Verlauf der Nerven einander einzeln folgen, gehen nicht ineinander über. Und hiermit sind wir bei einem wichtigen, auch heute viel erwähnten Problem des vegetativen Nervensystems, bei der Frage der Kontinuität, angelangt. Diese Frage berührt ein zweifaches Problem. Das eine ist, ob es zwischen den die Ganglien bildenden Zellen eine Verbindung gibt, und wenn ja, welcherart diese ist. Das andere lautet: wie schliessen sich die in die Ganglien eintretenden präganglionären Fasern den Ganglienzellen — bzw. der nicht-zelligen Substanz der Ganglien an?

Hinsichtlich des ersten Problems sprechen sich in der internationalen Literatur entschiedene Stimmen dafür aus, dass die die vegetativen Ganglien aufbauenden Zellen in überaus innigem Zusammenhange miteinander stehen. Es werden diesbezüglich zwei Formen erwähnt: die eine ist die plasmatische Verschmelzung und die andere die dendritische Kontinuität. Erstere besteht darin, dass das *Protoplasma* der einen Zelle ohne Unterbrechung in das der anderen übergeht; letztere wiederum bedeutet, dass der Dendrit der einen Zelle sich per *continuitatem* in dem Dendriten einer anderen Zelle fortsetzt. Für die plasmatische Verschmelzung führt GREVING Daten aus den Ganglien des Gastrointestinaltraktes an, und die dendritische Kontinuität erwähnt HACHIRO SETO aus der Wand des menschlichen Herzens. In Verbindung mit diesen Fragen müssen wir auf das entschiedenste feststellen, dass wir während unserer sich auf sämtliche Gruppen der Vertebraten erstreckenden neurohistologischen Untersuchungen keinen einzigen Fall gesehen haben, der einen Beweis für eine der obigen Kontinuitätsformen geliefert hätte. Zweifellos können bei oberflächlicher Betrachtung nicht in jeder Hinsicht einwandfrei gelungener Nervenpräparate Bilder erhalten werden, die den Anschein einer Kontinuität erwecken. Diese beruhen aber stets auf Versehen und entsprechen nicht den wirklichen Verhältnissen. Im Gegensatz zu HACHIRO SETO, dessen Untersuchungen bezüglich der Innervation des menschlichen Herzens ich für sehr wertvoll erachte, vertrete ich entschieden den Standpunkt, dass in den in der Herzwand befindlichen Ganglien zwischen den Nervenzellen keinerlei Kontinuität besteht. Laut unseren Untersuchungen stehen die Dendriten der Ganglienzellen miteinander und mit der Umgebung in synaptischer Verbindung. Das gleiche gilt auch für die präganglionären Fasern, was besonders durch die nach Vagusdurchtrennung auftretenden Degenerationserscheinungen erwiesen wird. Auch hier sind zwei Formen der interneuronalen Synapsen zu unterscheiden: Synapsen mit kleinem und solche mit grossem Transmissionsfelde (KIRSCHKE).

Als Synapsen mit kleinem Transmissionsfelde bezeichnen wir die Nervenendköpfchen, Nervenendringe und Nervenendkolben. Diese werden bei den Säugern besonders nach Vagusdurchtrennung deutlich sichtbar und einem Studium

zugänglich, wenn verschieden lange Zeit nach der Durchtrennung das Schicksal der präganglionären Fasern verfolgt wird. Bei tierischem Material gehören aber auch solche Präparate nicht zu den Seltenheiten, wo zwischen — oder manchmal auch auf — den Zellen oder an den Dendriten kleinere oder grössere Nervenfasersendköpfchen sichtbar werden. Diese treten zuweilen nur allein zutage, ohne eine Verbindung mit einer Nervenfaser aufzuweisen; nicht selten sind auch Bilder, wo an die Synapsen deutlich wahrnehmbar Nervenfasern herantreten, wie es schon LAWRENTJEW, der Meister der experimentellen Neurohistologie gesehen hatte. Nach erfolgreicher Vagotomie werden in den Ganglien, auch an den Nervenzellen selbst, die degenerierenden präganglionären Fasern und — bei richtiger Wahl des entsprechenden Zeitpunktes — auch die Synapsen sichtbar. Nach bilateraler Vagotomie haben auch wir bei Katzen oft Synapsen mit kleinem Transmissionsfelde beobachtet. Bei diesen handelt es sich meist um kleine kompakte Nervenendköpfchen oder etwas gestreckte Nervenendringe, welche der Nervenzelle aufsitzen. Ziemlich häufig begegneten wir Fällen, wo das Ende der Nervenfaser in einer Vertiefung auf der Zelloberfläche Platz nahm (Abb. 6). Ausgesprochen überzeugende interneuronale Synapsen

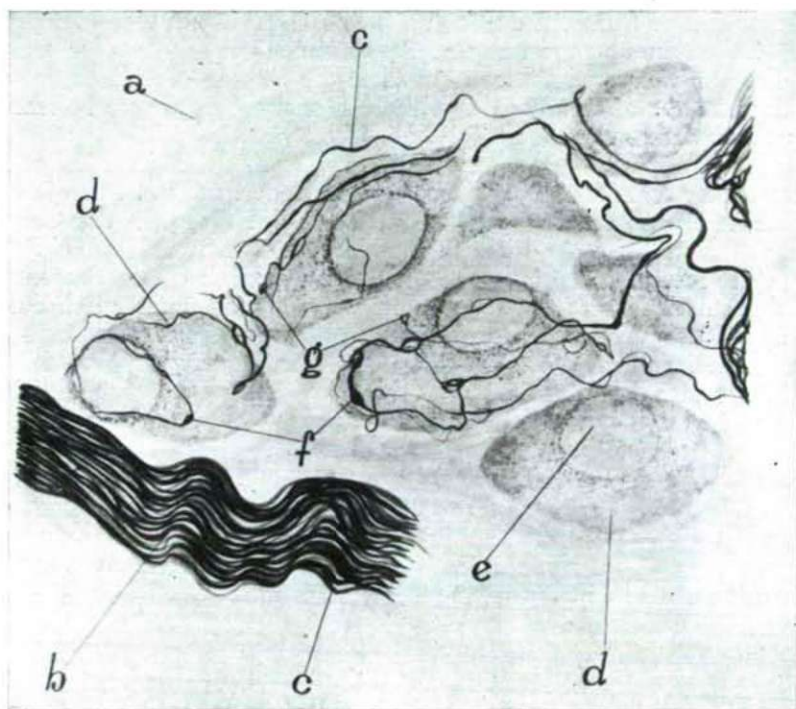


Abb. 6.: *Felis domestica*, Herz: Ganglienzellen und Synapsen aus dem Epikardium des rechten Vorhofs. Bilaterale Vagotomie, 48 Stunden nach der Durchtrennung des linken Vagus und 24 Stunden nach der Durchtrennung des rechten Vagus. a) Bindegewebe, b) Nervenbündel, c) Nervenfaser, d) Nervenzelle, e) Nervenzellkern, f) Varix, g) Synapse. — JABONERO'sches Verfahren. 1350 \times , photographisch auf $\frac{3}{4}$ verkleinert. (ÁBRAHÁM: Die Innervation des Herzens (ungarisch). Magyar Tud. Akad. Biológiai és Orvosi Tudományok Osztályának Közleményei; XII, 3. Nr., p. 234, 1961.)

mit kleinem Transmissionsfelde sahen wir im rechten Vorhof des Maulwurfs-herzens. Dies waren kleinere und grössere Endköpfchen, die entweder auf den Zellen oder zwischen ihnen deutlich zutage traten. Dass es sich dabei tatsächlich um Synapsen handelt, beweist der Umstand, dass in den meisten Fällen auch die Verbindung der Endköpfchen mit den Nervenfasern deutlich zu beobachten war.

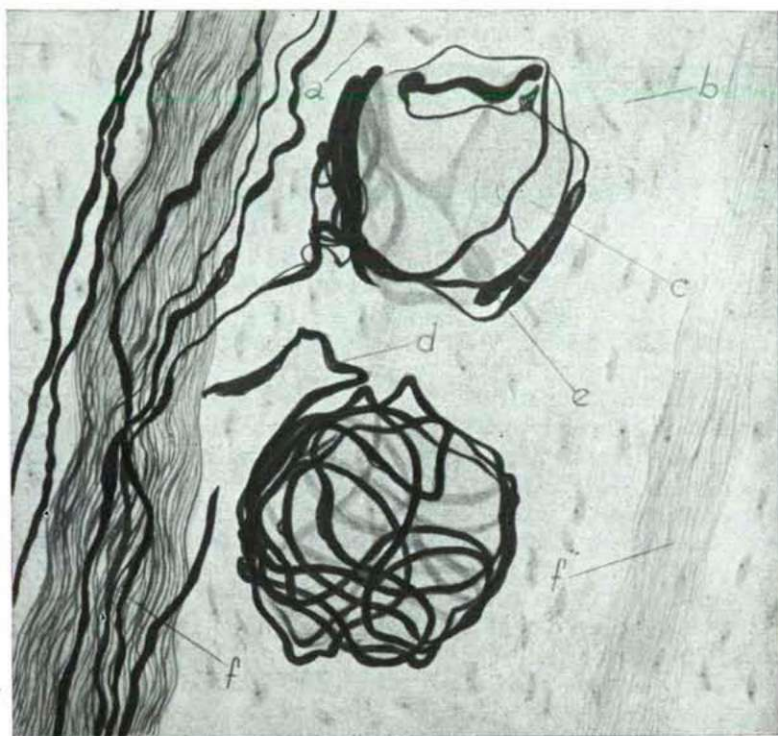


Abb. 7.: *Talpa europaea*, Herz: Synapsen aus dem Epikardium des rechten Vorhofes. a) Bindegewebszellkern, b) Bindegewebsbündel, c) Nervenzelle, d) präganglionäre Faser, e) Synapse mit grossem Transmissionsfeld, f) Nervenbündel. — BIELSCHOWSKY-ABRAHÁM'sches Verfahren, 1600X, photographisch auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

Synapsen mit grossen Transmissionsfelde in schöner und äusserst überzeugender Form sahen wir in Gestalt perizellulärer Körbchen und Geflechte im rechten Vorhof des Maulwurfherzens. Hier war in jedem Falle festzustellen, dass die an die Nervenzelle herantretende Faser mit der Zelle keinerlei genetische Beziehungen unterhält, sondern die dicke präganglionäre Faser in ihrer ursprünglichen Form zur Zelle gelangt und diese — ohne zu verzweigen — umwickelt. Die präganglionären Fasern sind dick, stark, mit länglichen Varikositäten beladen und unterscheiden sich auch im Stamm selbst deutlich von den dünnen, glattrandigen Fasern des Nervenstammes. Manchmal verzweigen die präganglionären Fasern auch auf der Zelloberfläche nicht und büssen auch nicht an Umfang ein. In anderen Fällen werden sie stellenweise dünner, um dann

wieder verdickt in neurofibrilläre Lamellen überzugehen. In wieder anderen Fällen umwinden die stark schwarz imprägnierten dicken Fasern die Zellen gleich einem Bindfadenknäuel (Abb. 7). Diese Bilder die gehören nicht den häufigsten sind derart klar und überzeugend, dass es ganz unmöglich ist, bei ihrem Anblick auch nur daran zu denken, dass hier — wie STÖHR annimmt — von irgendeiner Akzidenz oder Anomalie die Rede sein könnte. Überzeugend sind diese Bilder übrigens auch deshalb, weil in den aus dem rechten Vorhof des Maulwurfherzens erhaltenen Präparaten fast keine einzige Zelle zu sehen ist, die nicht von einem Nervenfasergeflecht umgeben wäre. In Verbindung mit den hier erörterten Synapsenformen erhebt sich die Frage, welchem Zwecke diese eigenartigen Gebilde wohl dienen mögen. In Kenntnis der Struktur lässt sich diese Frage kaum anders beantworten, als dass es sich hier um Apparate der Reizübertragung handelt. Es kann nämlich die Auffassung als allgemein akzeptiert gelten, dass die Fasern des *Nervus vagus* — als präganglionäre Fasern — in der Herzwand nur bis zu den Ganglien reichen und hier endigen. In diesem Sinne breiten sich die über die Vagusfasern eintreffenden zentralen Erregungswellen nur bis zu den Ganglien aus und werden hier durch die synaptisch endigenden Fasern auf die Zellen der sympathischen Ganglien übertragen. Diese Erklärung scheint ganz plausibel, zu denken gibt höchstens der Umstand, dass die Zahl der Synapsen in den Ganglien gering ist und Synapsen mit grossen Transmissionsfelde, wie wir sie im Herzen des Maulwurfs fanden, im allgemeinen selten sind. Diese Überlegungen liessen die russischen Neurohistologen daran denken, dass hier von einer Afferentation, und nicht von einer Efferentation die Rede ist. Wie gelangen dann aber die Impulse von den zentralen Vagusfasern zu den sympathischen Ganglienzellen? Jedenfalls verdienen die Versuche einer eingehenden Erwägung, die CHABAROWA an Katzen aufstellte mit dem Ergebnis, dass nach Entfernung der Spinalganglien (Th 1 — Th 4) Degeneration der perizellulären Spiralen der Herzganglienzellen eintrat. Hieraus folgte CHABAROWA, dass die in den Herzganglien befindlichen perizellulären Apparate Rezeptoren darstellen und diese von den Spinalganglien stammenden perizellulären Spiralen dem Zweck dienen, eine Kontrolle seitens des Zentralnervensystems über die vegetativen Herzganglien zu sichern. Diese Vorstellung hat manches für sich, ist aber experimentell schwer zu beweisen. Die Ursache hierfür erblicke ich darin, dass es im Herzen der Katze keine typischen perizellulären Geflechte gibt; wir haben solche weder im Herzen intakter, noch in dem operierter Tiere gefunden. Die Herzganglien der Katze enthalten — abgesehen von einzelnen lockeren Geflechten, die im mikroskopischen Bilde seltener sichtbar werden — nur Synapsen mit kleinem Transmissionsfelde. Diese werden bei intaktem intrakardialen Nervensystem und ebenso auch nach vorangegangener Vagotomie nachweisbar. Den perizellulären Körbchen und Geflechten sind wir in ganz überzeugender Form bei sämtlichen Zellen des Ganglions nur beim Maulwurf begegnet. Experimentell haben wir sie bisher nicht erfassen können. Die Frage ist jedenfalls wichtig und ihre Klärung unbedingt erwünscht. Unsere Meinung ist auch weiterhin die, dass es sich sowohl bei den die Zellen der Herzganglien umgebenden Synapsen mit grossem Transmissionsfelde, als auch bei denen mit kleinem Transmissionsfelde um Apparate zur Reizübertragung handelt, die — als solche — die über die Vagusfasern kommenden zentralen Wirkungen den Herzganglien, und über diese der Herzwandung, übermitteln.

Betreffs der auf die Herzwand entfallenden Ganglienzellen hat man auch daran gedacht, dass manche von ihnen möglicherweise sensorischer, und andere motorischer Natur seien. Diese Ansicht wurde von DAVIES und Mitarbeitern (1952) geäußert, die vermuten, es handle sich bei den uni- und bipolaren Zellen um sensible, und bei den multipolaren um motorische Elemente. Die Grundlage zu dieser Ansicht entnehmen sie rein morphologischen Gebieten. Die beiden erstgenannten Zelltypen halten sie nämlich deshalb für sensorische Elemente, weil sie in ihrer Erscheinung an die spinalen Ganglienzellen erinnern. Unseres Erachtens bestehen zwischen den beiden Zelltypen keinerlei solche morphologische Übereinstimmungen, die auch nur im geringsten Anlass dazu gäben, die obigen Zellen als sensorische Elemente zu betrachten. Die Spinalganglienzellen, und die cerebros spinalen Ganglienzellen überhaupt, sind von ganz anderem Bau, als die uni- und bipolaren Zellen im Gebiete der vegetativen Ganglien. Die cerebros spinalen Ganglienzellen sind gross, rund, ihr Fortsatz dick, in Zellnähe zahlreiche Spiralen formend, und dann, verhältnismässig weit von der Zelle entfernt in zwei gleiche Äste zerfallend, die in Gestalt und Struktur das typische Bild der Einzelfortsätze zeigen. In diesem Sinne liegt unseres Erachtens keinerlei morphologische Basis für eine physiologische Klassifizierung der Herzganglienzellen vor.

Zusammenfassung

An den Herzganglien der verschiedensten Säugetiere (Bisamratte, Ratte, Maulwurf, Kaninchen, Hund, Fuchs, Schwein, Rind, Pferd) und des Menschen mit den Modifikationen des BIELSCHOWSKY'schen Verfahrens durchgeführte Untersuchungen haben zu folgenden Feststellungen geführt.

1. Die Ganglien, die in grösseren Mengen im *Epikardium* der Vorhöfe Platz nehmen und hauptsächlich entlang den Koronarien gruppiert liegen, stellen mehr oder minder umfangreiche Zellanhäufungen dar, die in Masse und Gestalt stark variieren und für die einzelnen Arten typische Charakteristika aufweisen.

2. Die Ganglienzellen sind meist multipolär und gehören dem Typ DOGIEL I. an, doch kommen in ziemlich grosser Zahl auch uni- und bipolare Zellen vor, die fall- und stellenweise in der Mehrzahl anzutreffen sind.

3. Zwischen den Ganglienzellen gibt es keine Kontinuität; die im Bereich der Ganglien liegenden Nervenfasern bilden Geflechte, ein *Terminalretikulum* besteht nicht.

4. Unter den Ganglienzellen finden sich — vorwiegend im höheren Alter — viele auffallend abnorme Formen und Fensterzellen.

5. Die präganglionären Fasern schliessen sich in Gestalt von Endköpfchen und perizellulären Körbchen per contiguitatem dem Körper bzw. den Dendriten der Ganglienzellen an.

6. Die Synapsen sind Übertragungsapparate für die efferenten Reize, deren rezeptorische Funktion stark hypothetisch ist. Ein experimenteller Beweis für diese Annahme steht noch aus, die bisherigen Versuche in dieser Richtung entbehren der Überzeugungskraft.

7. Die Vermutung, es handle sich bei den uni- und bipolaren Zellen um sensorische, und bei den multipolaren um motorische Elemente, ist unbegründet und durch nichts zu beweisen.

Schrifttum

1. ÁBRAHÁM, A.: Über die mikroskopische Innervation der Herzmuskulatur der Wirbeltiere. *Arbeiten des Ung. Biol. Forsch. Inst.* 10. p. 468. 1938.
2. ÁBRAHÁM, A.: Über die Probleme in der Histologie des vegetativen Nervensystems. *Acta Biol. Univ. Szeged.* 2. p. 111, 1956.
3. ÁBRAHÁM, A.: Die mikroskopische Innervation des Herzens der Amphibien. *Acta Biol. Univ. Szeged.* 7. p. 45. 1961.
4. ÁBRAHÁM, A.: A szív beidegződése. *M. T. A. Biol. és Orvosi Tud. Osztálya Közl.* 12. p. 207. 1961.
5. ÁBRAHÁM, A.; ERDÉLYI, L.: Über die Struktur und die Innervation des Reizleitungsystems im Herzen der Säugetiere. *Acta Biol. Univ. Szeged.* 3. p. 275. 1957.
6. ÁBRAHÁM, A.: Die mikroskopische Innervation des Herzens der Reptilien. *Acta Biol. Univ. Szeged.* 3—4. p. 95. 1961.
7. ÁBRAHÁM, A.; HORVÁTH, I.: Über die mikroskopische Innervation des Herzens von Süßwasserknorpelfischen. *Zeitschr. mikr.-anat. Forsch.* 65. p. 1. 1959.
8. ÁBRAHÁM, A.; STAMMER, A.: Die mikroskopische Innervation des Vogelherzens. *Acta Biol. Univ. Szeged.* 3. p. 247. 1957.
9. DAVIES FRANCIS, E. T.; B. FRANCIS and T. S. KING: Neurological studies of the cardiac ventricles of mammals. *Journal of Anatomy.* 86. p. 130. 1952.
10. CHABAROWA, A. J.: Über die Natur der perikapsulären Endigungen. *Doklady Akademii Nauk SSSR.* 102. p. 629. 1955 (russisch).
11. HERMANN, H.: Mikroskopische Studien an menschlichen Herzganglien. Ein Beitrag zur Individualanatomie. *Zeitschr. für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* 114. p. 511. 1950.
12. LAWRENTJEW, B. J.: Experimentell-morphologische Studien über den feineren Bau des autonomen Nervensystems. I. Die Beteiligung des Vagus an der Herzinnervation. *Zeitschr. mikr.-anat. Forsch.* 16. p. 383. 1929.
13. MITCHELL, G. A. G.: Cardiovascular innervation. E. et S. Livingstone Edinburg and London, 1956.
14. STÖHR, PH. JR.: Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems. Möllendorff's Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen IV/5. Berlin—Göttingen—Heidelberg, 1957.
15. TCHENG, K. T.: Synapses interneuronales dans les ganglions cardiaques. *Acta Anatomica* 11. p. 431. 1950—51.